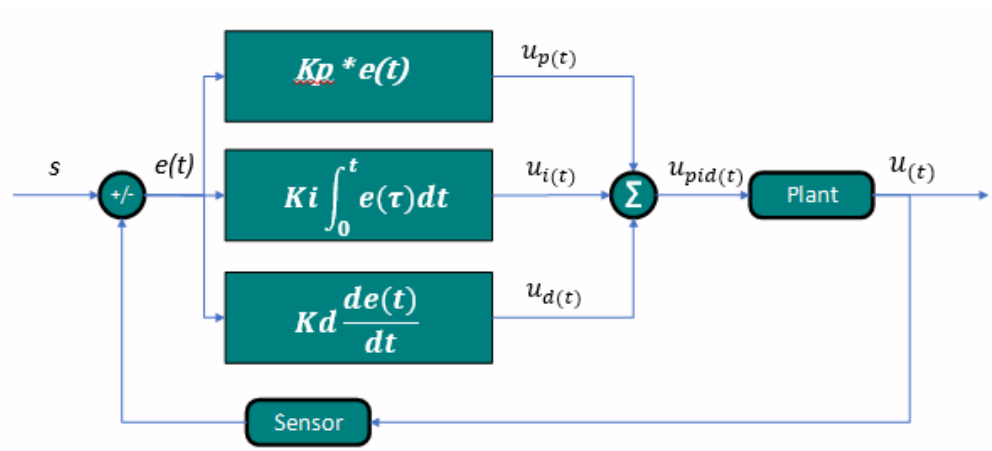
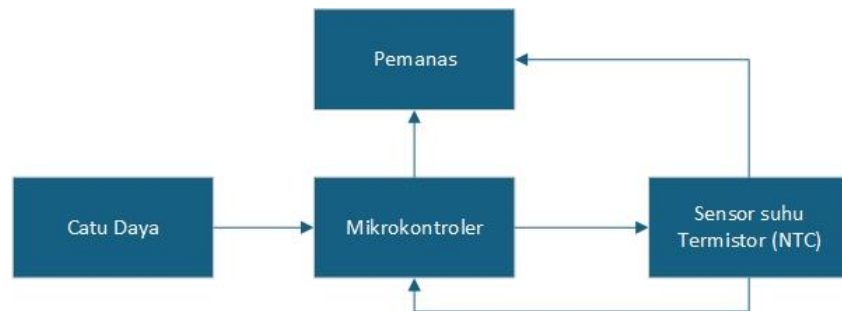


Laporan

Trengginas Wibowo Shidiq

22106020003

1. Perancangan (diagram Blok)



2. Pembuatan (Penjelasan cara Merakit)

Alat dan bahan

- **Arduino:** Papan mikrokontroler untuk pemrograman dan kontrol rangkaian.
- **Power Supply:** Sumber daya untuk memberikan daya pada komponen.
- **Torlipy CR10 Blok Pemanas 3D Printing (Heater Block):** Komponen yang digunakan untuk memanaskan.
- **Modul Driver Motor DC Berdaya Tinggi BTS7960:** Digunakan untuk mengendalikan pemanas.

- **Sensor Suhu Printer 3D Analog 3270K (Thermistor):** Sensor untuk mengukur suhu pada blok pemanas.
- **Stand Blok Pemanas:** Tempat untuk menempatkan blok pemanas.
- **Kabel Jumper:** Kabel untuk menghubungkan antar komponen.
- **Breadboard:** Papan untuk merakit rangkaian tanpa solder.
- **Resistor 100k Ohm:** Digunakan sebagai pembagi tegangan untuk thermistor.

Tahapan pembuatan

A. Thermistor

- Hubungkan kabel penghubung thermistor ke pin A0 pada Arduino sebagai input untuk pembacaan sensor.
- Sambungkan kabel thermistor ke VCC dan Ground pada Arduino. Pada sambungan VCC, tambahkan resistor 100k Ohm sebagai pembagi tegangan untuk pembacaan yang lebih akurat.
- Masukkan bagian semikonduktor thermistor ke dalam lubang heater block.

B. Heater PWM

- Hubungkan pin heater PWM dari modul driver motor DC (BTS7960) ke pin 9 pada Arduino.

C. BTS7960

- Sambungkan VCC dan Ground dari BTS7960 ke pin VCC dan Ground Arduino.
- Hubungkan pin LPWM pada BTS7960 ke pin 12 pada Arduino Uno untuk pengendalian.

D. Kabel pemanas

- Masukkan kabel pemanas ke dalam lubang pada heater block 3D printing.
- Hubungkan salah satu ujung kabel pemanas ke pin output BTS7960 dan ujung lainnya ke power supply untuk memberikan daya pada pemanas.

3. Pengujian rise time dan overshoot sistem kendali pemanas dengan variasi K_p , K_i , K_d (jelaskan hasil pengujian)

<i>Percobaan</i>	<i>K_p</i>	<i>K_i</i>	<i>K_d</i>	<i>Current Temperature</i>	<i>PWM Output</i>	<i>Steadystate error</i>
1	0	0	0	-50,30 C	0,00	50,30 C
2	1	0.01	0	-18,41 C	69.36	48,41 C
3	15	0.008	0.001	12.60 C	255.0	17,40 C

Pada percobaan ini, pengujian dilakukan untuk melihat pengaruh variasi parameter K_p , K_i , dan K_d pada rise time, overshoot, serta steady state error pada sistem kendali pemanas. Karena beberapa kendala teknis, rise time dan overshoot diwakili oleh nilai suhu aktual (current temperature) dan keluaran PWM (PWM Output).

Pada percobaan pertama, semua parameter kontrol K_p , K_i , dan K_d diatur ke 0, sehingga sistem tidak memberikan respons kontrol sama sekali. Dengan setpoint sebesar 0°C , suhu aktual yang terbaca adalah $-50,30^\circ\text{C}$, dan nilai keluaran PWM tetap di 0. Hal ini menghasilkan steady state error yang sangat besar, yaitu sebesar $50,30^\circ\text{C}$. Kesalahan besar ini disebabkan oleh nilai K_p yang nol, yang mengakibatkan tidak ada aksi kontrol untuk mengurangi error. Akibatnya, error berkurang sangat lambat dan sistem tidak mampu mencapai kondisi stabil.

Pada percobaan kedua, nilai K_p dan K_i ditingkatkan menjadi masing-masing 1 dan 0,01, sementara K_d tetap 0. Dengan setpoint tetap di 30°C , suhu aktual yang terbaca meningkat menjadi $-18,41^\circ\text{C}$, dan keluaran PWM meningkat menjadi 69,36. Nilai steady state error berkurang menjadi $48,41^\circ\text{C}$, menunjukkan adanya perbaikan dalam merespons error. Peningkatan K_p dan K_i membantu mengurangi error lebih cepat dan menghasilkan respons yang lebih stabil dibandingkan percobaan pertama. Rise time juga menjadi lebih cepat, meskipun sistem masih belum mencapai setpoint yang diharapkan.

Pada percobaan terakhir, parameter K_p , K_i , dan K_d ditingkatkan lebih lanjut menjadi 15, 0,008, dan 0,001. Pada kondisi ini, suhu aktual yang terbaca adalah $12,60^\circ\text{C}$ dengan setpoint tetap 30°C , dan keluaran PWM mencapai nilai maksimum 255,0. Pada percobaan ini, steady state error menunjukkan perbaikan lebih lanjut, serta respons sistem menjadi lebih stabil dibandingkan sebelumnya. Namun, meskipun error sudah berkurang dan sistem mulai mendekati setpoint, masih terdapat sedikit osilasi dalam grafik suhu. Hal ini menunjukkan bahwa nilai K_d mungkin perlu disesuaikan lebih lanjut untuk meredam osilasi ini dan mendekatkan suhu aktual ke setpoint dengan lebih baik. Secara keseluruhan, hasil percobaan menunjukkan bahwa peningkatan nilai K_p , K_i , dan K_d memberikan pengaruh signifikan dalam mengurangi error dan memperbaiki stabilitas sistem. Namun, penyetelan parameter yang tepat masih diperlukan untuk mengurangi osilasi dan mencapai setpoint dengan lebih akurat.

DOKUMENTASI

